RANCANG BANGUN UAV UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS CITRA UDARA PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN KOTA BATU

KARYA ILMIAH YANG DIAJUKAN UNTUK MENGIKUTI PEMILIHAN MAHASISWA BERPRESTASI TINGKAT NASIONAL

OLEH

HARDEFA RIZKY PUTU ROGONONDO

NRP. 3110161019

PROGRAM STUDI TEKNIK MEKATRONIKA

DEPARTEMEN TEKNIK MEKANIKA DAN ENERGI

POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Karya Tulis	: Rancang Bangun UAV untuk Meningkatkan Kualitas Citra Udara pada Perencanaan Pembangunan Kota Batu
Bidang Karya Tulis	: IPA (Alam dan Formal)
Nama	: Hardefa Rizky Putu Rogonondo
NRP	: 3110161019
Program Studi	: D4 Teknik Mekatronika
Departemen	: Teknik Mekanika dan Energi
Perguruan Tinggi	: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Dosen Pembimbing	: A. R. Anom Besari, S.ST., M.Sc.
NIDN	: 0010098502

Surabaya, 1 April 2019

Diketahui oleh:

Dosen Pembimbing,	Mahasiswa,
A. R. Anom Besari, S.ST., M.Sc.	Hardefa Rizky Putu Rogonondo
NIP. 198509102012121003	NRP. 3110161019

Disahkan oleh:

Wakil Direktur III

Bidang Kemahasiswaan PENS

Ir. Anang Budikarso, M.T.

NIP. 19630508 198803 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Hardefa Rizky Putu Rogonondo
Tempat/Tanggal Lahir	: Malang/29 Agustus 1998
Program Studi	: Teknik Mekatronika
Departemen	: Teknik Mekanika dan Energi
Perguruan Tinggi	: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Judul Karya Tulis	: Rancang Bangun UAV untuk Meningkatkan Kualitas Citra Udara pada Perencanaan Pembangunan Kota Batu

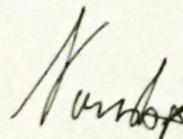
Dengan ini menyatakan bahwa Karya Tulis yang saya sampaikan pada kegiatan PILMAPRES 2019 ini adalah benar karya saya sendiri tanpa tindakan plagiarisme dan belum pernah diikutsertakan dalam lomba karya tulis.

Apabila di kemudian hari ternyata pernyataan saya tersebut tidak benar, saya bersedia menerima sanksi dalam bentuk pembatalan predikat Mahasiswa Berprestasi.

Surabaya, 1 April 2019

Mengetahui,
Dosen Pendamping

A. R. Anom Besari, S.ST., M.Sc.
NIP. 198509102012121003

Mahasiswa,

Hardefa Rizky Putu Rogonondo
NRP. 3110161019

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis dengan judul: Rancang Bangun UAV untuk Meningkatkan Kualitas Citra Udara pada Perencanaan Pembangunan Kota Batu. Karya tulis ini, merupakan sebuah sumbangsih penulis terhadap kewajibannya sebagai mahasiswa untuk selalu menjunjung nilai-nilai pendidikan, pengajaran, penelitian, pengembangan, serta pengabdian masyarakat untuk mencapai tujuan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Dengan segala bantuan, dukungan, bimbingan serta pengarahan dalam proses penulisan kaya tulis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan nasihat dan dukungan doa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Zainal Arief, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
3. Bapak Ir. Anang Budikarso, S.T, M.T., selaku Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
4. Seluruh staff dan pegawai manajemen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang banyak membantu dalam pelayanan akademik dan kemahasiswaan.
5. Bapak Didik Setyo Purnomo, S.T, M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Mekanika dan Energi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
6. Ibu Endah Suryawati Ningrum, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
7. Bapak Adnan Rahmat Anom Besari, S.ST., M.Sc., selaku dosen pembimbing karya ilmiah atas bimbingan, perhatian, dan dukungan motivasi yang diberikan kepada penulis.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan pengajaran dan pendidikan baik sebagai pengampu mata kuliah maupun sebagai teladan yang baik bagi penulis.

9. Seluruh Bapak/Ibu dosen pembina Mahasiswa Berprestasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah memberikan bimbingan, perhatian dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman Teknik Mekatronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya angkatan 2016 yang selalu memberikan dukungan yang tiada henti untuk penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan karya tulis ilmiah yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis berharap bahwa karya tulis ini tidak disusun hanya untuk melengkapi persyaratan seleksi Mahasiswa Berprestasi 2019 tetapi juga sebagai bahan kajian dan rujukan yang berkelanjutan untuk memberi kemanfaatan yang lebih luas kepada masyarakat dan juga sebagai masukan bagi pembaca.

Surabaya, 1 April 2019

Penulis,

Hardefa Rizky Putu Rogonondo

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Batu merupakan kota yang baru terbentuk pada tahun 2001 sebagai pecahan dari Kabupaten Malang yang terdiri dari 3 kecataman yaitu Kecamatan Batu, Kecamatan Bumiaji dan Kecamatan Junrejo serta 24 desa. Luas Kota Batu adalah sekitar 19.908,72 ha atau 0,42% dari luas Jawa Timur, dan memiliki daerah lereng dan bukit yang lebih luas dibandingkan dataran [1].

Berdasarkan literasi dan wawancara dengan BAPPEDA (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah), diketahui bahwa selama ini mereka bergantung kepada LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) untuk mendapatkan data citra udara wilayah Kota Batu. Namun didapat faktor penghambat diantaranya sumber daya manusia yang terbatas untuk melakukan pengambilan data ke pelosok Kota Batu, terbatasnya anggaran dana, kualitas gambar dari satelit yang optimalnya berskala kecil, serta tidak tersedianya data terkini yang mampu diakses sewaktu-waktu [2].

Selama ini citra udara yang diberikan oleh LAPAN diambil melalui satelit. Belum tersedianya penerapan teknologi alternatif yang dimanfaatkan oleh LAPAN yang hasil citra udaranya didistribusikan kepada pemerintahan daerah juga menjadi salah satu faktor yang mendukung untuk dikembangkannya penerapan-penerapan teknologi pengambilan citra udara. BAPPEDA Kota Batu juga menerangkan bahwa selama ini data dari LAPAN yang mereka gunakan juga berasal dari tahun 2016 yang mengindikasikan bahwa belum adanya proses pembaharuan data akan menjadi hal yang krusial dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, melalui penerapan teknologi yang sedang marak berkembang di masyarakat saat ini, yakni UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau wahana terbang nirawak, diharapkan mampu mengatasi permasalahan yang sedang dihadapi oleh BAPPEDA dalam melaksanakan tugasnya untuk melakukan perencanaan pembangunan Kota Batu.

1.2 Perumusan Masalah

a. Bagaimana merancang, membuat, dan menguji sistem mekanik, perangkat keras, dan perangkat lunak UAV?
b. Bagaimana menerapkan UAV sebagai wahana untuk pengambilan citra udara?
c. Bagaimana mengolah gambar menjadi citra udara yang sesuai kebutuhan BAPPEDA?

1.3 Uraian Produk

Penerapan teknologi UAV atau wahana terbang nirawak adalah sebagai sarana untuk mengambil data citra udara wilayah Kota Batu. UAV berbentuk miniatur pesawat terbang (*fixed wing*) dengan 4 bagian penggerak untuk bermanuver di udara. Penggerak utama menggunakan motor *brushless* yang dipasang di bagian depan UAV. Sedangkan 3 penggerak lainnya menggunakan motor *servo* yang diletakkan 1 pasang di bagian belakang sayap kanan dan kiri (*aileron*), 1 buah di bagian ekor vertikal UAV (*rudder*), dan 1 lagi di bagian ekor horizontal UAV (*elevator*). UAV dilengkapi kamera resolusi tinggi yang terpasang tegak lurus menghadap ke bawah di bagian bawah UAV sebagai media pengambilan citra udara.

UAV dilengkapi dengan fitur *autonomous* yang dapat diprogram melalui perangkat lunak yang dapat digunakan secara gratis bernama *Ardupilot Mission Planner* yang akan memudahkan proses pengambilan data tanpa pilot. Gambar yang diambil akan diproses menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan Professional* yang akan membuatnya menjadi 1 gambar citra udara besar dengan resolusi tinggi. UAV merupakan sistem mekanik, perangkat keras, dan perangkat lunak yang terintegrasi sebagai penerapan inovasi teknologi terhadap pengambilan data gambar citra udara konvensional, untuk membantu BAPPEDA meningkatkan produktivitas dalam perencanaan pembangunan.

1.4 Tujuan Program

a. Membantu Kota Batu dalam mendapatkan data citra udara wilayah terkini secara cepat demi meningkatkan produktivitas penyusunan perencanaan pembangunan tanpa bergantung pihak ketiga.

b. Menerapkan teknologi tepat guna dengan merancang, membuat, serta menguji UAV sebagai sarana pengambilan data dengan harga yang ekonomis.

1.5 Manfaat Program

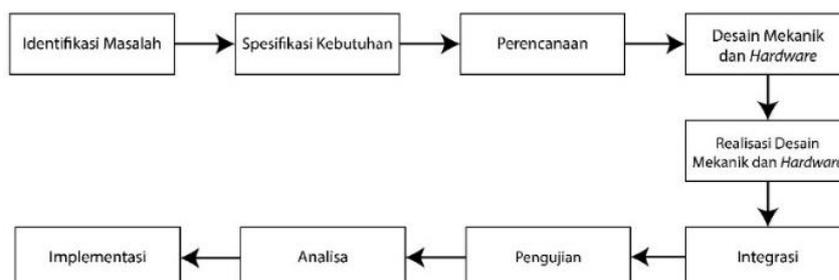
a. Bagi BAPPEDA

   1. Pengambilan data gambar geografis wilayah Kota Batu terkini menjadi lebih mudah dan kualitas yang lebih jernih dengan menggunakan UAV.
   2. Pemanfaatan UAV dapat meninggkatkan keandalan dan ketepatan dalam perencanaan pembangunan kota yang berkelanjutan.

b. Bagi Pemerintah

   1. Melalui pemanfaatan UAV, produktivitas perencanaan pembangunan oleh BAPPEDA akan mengalami percepatan, sehingga meningkatkan pembangunan infrastruktur dan sarana prasarana pendukung kota wisata yang akan meningkatkan ekonomi daerah.
   2. Pemanfaatan UAV dengan harga ekonomis buatan dalam negeri dapat memangkas anggaran dana dalam perencanaan pembangunan dan kesempatan untuk alokasi sumber daya manusia ke sektor lain.

1.6 Metode Pengembangan Produk

Berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan dalam proses pengembangan produk.

Gambar 1.1 Tahapan proses pengembangan produk

Pengembangan UAV dilakukan dengan metode yang terstruktur dan terukur.

1. Identifikasi masalah: Identifikasi masalah diperlukan untuk mengetahui masalah-masalah yang dialami oleh staff BAPPEDA Kota Batu dalam pengambilan data gambar wilayah geografis.
2. Spesifikasi kebutuhan produk: Spesifikasi kebutuhan produk untuk menetapkan spesifikasi target terhadap pengembangan UAV untuk pengambilan gambar.
3. Perencanaan: Tahap ini bertujuan untuk membuat gambaran umum serta rencana pengembangan UAV.
4. Desain mekanik dan *hardware* produk: Pada tahap ini, merancang sebuah desain mekanik dari wahana dan *hardware* sesuai spesifikasi kebutuhan berbasis komputer.
5. Realisasi desain mekanik dan *hardware* produk: Tahap ini adalah realisasi dari hasil desain menjadi bentuk nyata secara mekanik, *hardware*, serta program UAV yang mampu untuk menjalankan pengambilan gambar secara *autonomous.*
6. Integrasi Produk: Melakukan proses integrasi sistem secara utuh, dengan menggabungkan bagian-bagian mekanik, *hardware*, dan program UAV yang berjalan sesuai dengan kondisi yang diinginkan.
7. Pengujian: UAV sudah dapat digunakan untuk keperluan pengujian pengambilan gambar dan mampu menjalankan manuver secara *autonomous* sesuai kondisi nyata di lapangan.
8. Analisa: Melakukan analisa bertujuan untuk mengetahui kelayakan pemanfaatan UAV dalam pengambilan data gambar wilayah geografis.
9. Implementasi: Setelah UAV jadi dan dapat digunakan sesuai perencanaan, maka dapat digunakan dan diimplementasikan oleh BAPPEDA Kota Batu.

BAB 2
TELAAH PUSTAKA

2.1 Perencanaan Pembangunan Kota Batu

Perencanaan pembangunan Kota Batu tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang dan Menengah Daerah (RPJPD & RPJMD) yang disusun oleh BAPPEDA [3]. Untuk memenuhi perencanaan pembangunan yang sinergis, kebutuhan akan citra udara sangat diperlukan.

BAPPEDA hingga tahun ini memanfaatkan hasil gambar citra udara yang disediakan oleh LAPAN yang diambil pada tahun 2016. Skala gambar citra udara yang disediakan oleh LAPAN untuk perencanaan makro oleh BAPPEDA adalah citra udara dengan skala 1:25000. Berdasarkan PP No. 8 Tahun 2013, setidaknya dibutuhkan citra udara dengan skala minimal 1:10.000 demi membuat perencanaan pembangunan pedesaan [4]. Optimalnya, demi mencapai pembangunan kota yang berkelanjutan sesuai dengan *Sustainable Development Goals,* diperlukan hasil citra udara terbaru dengan skala yang kecil sekaligus pengambilan data yang mudah.

Gambar 2.1 Pencitraan udara melalui satelit LAPAN tahun 2016

Sumber: Data BAPPEDA

2.2 Pemanfaatan UAV untuk Pencitraan Udara

Pencitraan udara mememanfaatkan UAV adalah sebuah aktivitas untuk mendapatkan sebuah gambar geo spasial wilayah yang diambil dengan media UAV atau disebut Fotogrametri [5]. Proses Fotogrametri menghasilkan kualitas gambar yang bergantung pada resolusi kamera yang digunakan.

Dalam proses pencitraan udara dibutuhkan titik-titik memiliki referensi koordinat lokasi dimana pengukuran dilaksanakan yang disebut *Ground Control Station* [6]. *GCS* berfungsi sebagai titik yang menghubungkan antara sistem koordinat wilayah dengan sistem koordinat hasil citra udara sehingga memungkinkan bekerja secara *autonomous* demi kemudahan pemanfaatan UAV[7].

Pemanfaatan UAV untuk pencitraan udara juga sudah mulai diterapkan di negara negara maju, salah satunya adalah Korea Selatan. Sejak tahun 2018, Korea Selatan mulai memanfaatkan UAV sebagai media pencitraan udara untuk di daerah pesisir di Jinu-Do tepatnya di Muara Sungai Nakdong, Busan. Hasil penerapan UAV disana memberikan kualitas gambar yang optimal dalam mendukung *Sustainable Development Goals* mengenai pengembangan perkotaan [8].

Gambar 2.2 Citra udara di wilayah Jinu-Do, Korea Selatan

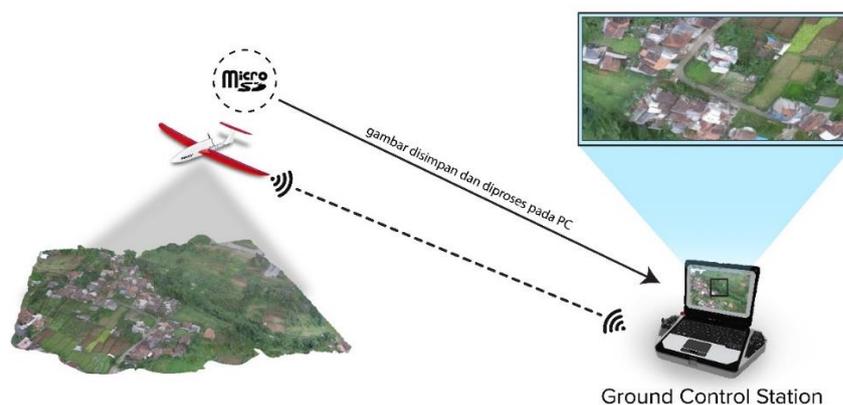
Sumber: Yoo, C. I. 2018

Berdasarkan pemaparan di atas dan sub bab sebelumnya, diasumsikan melalui pemanfaatan UAV akan menghasilkan citra udara dengan skala yang lebih kecil daripada citra udara dari satelit dan proses yang lebih mudah tanpa memakan banyak waktu.

BAB 3
DESKRIPSI PRODUK

3.1 Gambaran Umum Produk

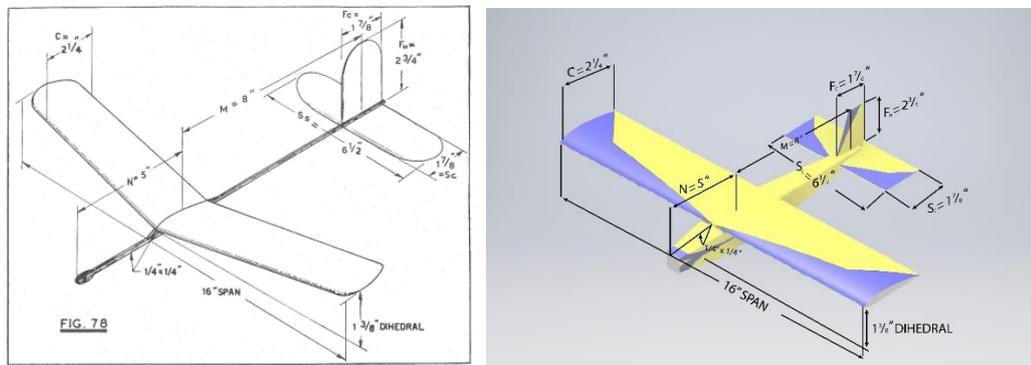
UAV dalam karya tulis ilmiah ini merupakan hasil pengembangan dan inovasi wahana terbang nirawak yang dilengkapi dengan fitur kamera sebagai media pengambilan gambar. Proses pengambilan gambar menggunakan kamera digital yang dipasang 90° menghadap ke bawah pada sisi bawah UAV. Gambar yang diperoleh selanjutnya diproses menggunakan *software Agisoft Photoscan* menjadi citra udara. Citra udara tersebut dimanfaatkan oleh BAPPEDA untuk perencanaan pembangunan Kota Batu.

UAV memiliki kemampuan untuk melakukan misi pengambilan gambar secara *autonomous* atau tanpa memerlukan pilot. Pemrograman misi *autonomous* dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak *Ardupilot Mission Planner* dengan meletakkan *pin* sebagai titik yang akan menjadi tujuan arah terbang dari wahana. *Pin* disimpan dalam format koordinat GPS.

Gambar 3.1 Gambaran konsep pemanfaatan UAV

UAV terdiri dari bagian mekanik, perangkat keras, dan perangkat lunak berbasis sistem benam.

3.2 Sistem Mekanik UAV

Sistem mekanik merupakan sistem yang terdiri dari elemen-elemen yang berinteraksi dengan prinsip mekanik [9]. Sistem mekanik UAV merupakan *body* wahana yang mampu untuk membuat UAV mengudara.

Sistem mekanik UAV terdiri dari *rudder, aileron,* dan *elevator* untuk bermanuver di udara [10]. *Rudder* terletak di bagian vertikal ekor UAV yang berfungsi untuk membelokkan arah terbang UAV tanpa mengubah ketinggian. *Elevator* terletak di bagian horizontal ekor UAV yang berfungsi untuk mengubah ketinggian terbang UAV. *Aileron* terletak di bagian belakang sayap UAV yang befungsi untuk membelokkan arah terbang UAV sekaligus mengubah ketinggian. Ketentuan ukuran sistem mekanik UAV dibuat berdasarkan skema Gambar 3.2 bagian kiri. Untuk menghasilkan sistem mekanik yang berfungsi optimal, perlu dibuat berdasarkan pada desain 3D dan disimulasikan menggunakan komputer seperti pada Gambar 3.2.

(Referensi Sumber) (Desain 3D dan Perhitungan)

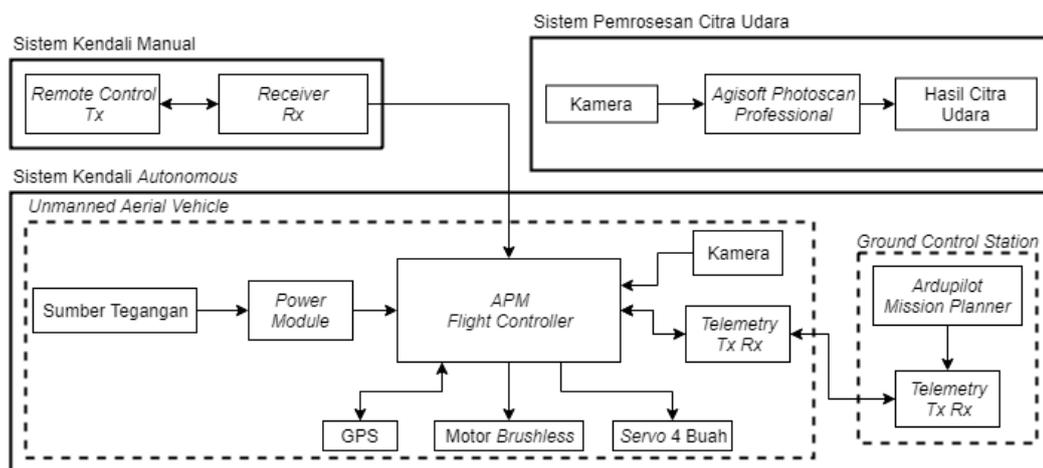
Gambar 3.2 Ketentuan ukuran sistem mekanik UAV dan model 3D-nya

Sumber: The Plan Page Fundamentals of Model Airplane Building

Berdasarkan desain tersebut dibuatlah realisasi wahana sesungguhnya menggunakan bahan utama busa *foam* hasil daur ulang yang ramah lingkungan serta menggunakan kayu dan aluminium yang digunakan sebagai kerangka penguat pada UAV. Bahan-bahan tersebut dipilih karena faktor bobot yang ringan dan kokoh.Implementasi desain di atas terdapat pada Gambar 3.3.

Gambar 3.3 Implementasi mekanik UAV

3.3 Sistem Perangkat Keras UAV

Sistem perangkat keras UAV merupakan sistem yang terdiri dari elemen-elemen yang bekerja dengan prinsip elektris [10]. Sistem perangkat keras dari UAV terdiri dari 2 unsur utama, yaitu UAV dan *Ground Control Station*. Supaya menghasilkan sistem yang bekerja dengan optimal, dengan fitur manual maupun otomatis, diperlukan sistem perangkat keras yang telah disusun berdasarkan diagram pada Gambar 3.3.

Gambar 3.4 Diagram sistem perangkat keras UAV dan sistem kendali

Sistem kendali UAV terbagi menjadi 2 sistem utama, yaitu Sistem Kendali Manual dan Sistem Kendali *Autonomous.* Implementasi Sistem Kendali Manual adalah berupa *Remote Control* yang terhubung dengan UAV secara nirkabel untuk mengendalikan gerakan UAV. Implementasi Sistem Kendali *Autonomous* adalah berupa GCS yang terhubung dengan UAV secara nirkabel untuk mengirimkan program kendali UAV berdasarkan koordinat GPS.

Sistem Pemrosesan Citra Udara adalah sistem yang menghasilkan keluaran akhir berupa citra udara yang telah diproses dari gambar yang telah diambil oleh kamera.

Implementasi dari desain perangkat keras adalah pada gambar 3.5 berikut.

Gambar 3.5 Pemasangan perangkat keras pada UAV

UAV menggunakan sumber tenaga utama berupa baterai LiPo 3s dengan tegangan sebesar 12.4 Volt DC. Sumber tegangan masuk ke dalam *Power Module* untuk dikonversi menjadi tegangan 5 Volt DC yang akan menjadi sumber tegangan bagi APM Flight Controller. Sumber tegangan dari baterai langsung masuk ke dalam ESC 60A yang menjadi *driver* untuk menggerakkan motor *brushless* sebagai penggerak utama.

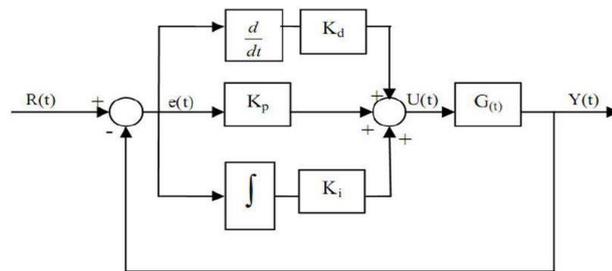
3.4 Sistem Perangkat Lunak UAV

Sistem perangkat lunak UAV adalah perangkat lunak yang tertanam pada *flight controller* UAV yang dapat dikonfigurasikan melalui perangkat lunak *Ardupilot Mission Planner*. *Ardupilot Mission Planner* pada UAV diperlukan sebagai media untuk pengguna dapat memprogram mode *autonomous* pada UAV.

Perangkat lunak yang digunakan dalam Sistem Pemrosesan Citra Udara adalah *Agisoft Photoscan Professional*. *Agisoft Photoscan Professional* akan memproses gambar yang telah disimpan pada *micro SD card* dan akan menggabungkan semua gambar menjadi 1 buah gambar citra udara besar.

3.5 Metode Kendali

Metode kendali yang digunakan terdapat 2 metode, yaitu Metode Manual dan Metode *Autonomous.* Metode Manual yaitu metode pengendalian yang dilakukan oleh pilot. Sedangkan Metode *Autonomous* yaitu metode pengendalian yang berjalan secara mandiri berdasarkan program yang diberikan oleh pengguna melalui *Ground Control Station* dengan memanfaatkan komunikasi dengan *telemetry* 433MHz.

Metode dalam pengendalian wahana di udara memanfaatkan Metode Kendali PID. Kendali PID dipilih karena kemudahan dalam pengaturannya melalui perangkat lunak *Ardupilot Mission Planner.* Diagram Metode Kendali PID dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Gambar 3.6 Diagram Kendali PID

3.6 Fitur-Fitur UAV

UAV pada karya tulis ini memiliki fitur sebagai berikut:

a. *Mode Autonomous*

   Mode Autonomous adalah mode dimana UAV mampu untuk menjalankan misi yang telah diprogram oleh pengguna secara mandiri. *Mode Autonomous* yang dapat diprogram menggunakan *Ardupilot Mission Planner* dengan mudah. Proses pemrograman dilakukan dengan meletakkan *pin* pada titik lokasi peta yang akan dilalui oleh UAV ketika terbang nantinya. Dengan adanya fitur *autonomous* maka keberadaan pilot hanya sebagai *backup* atau *failsafe* untuk keadaan darurat saja.

b. Pengambilan gambar

   Pengambilan gambar menggunakan kamera yang sudah diaktifkan ketika di daratan sebelum terbang. Pengambilan gambar akan dilakukan secara *auto* dari kamera dengan memanfaatkan *timer.* Kamera diletakkan di bagian bawah UAV dan menghadap 90° ke bawah. Data gambar yang diambil oleh UAV akan diproses untuk dijadikan 1 *file* menggunakan perangkat lunak *Agisoft Photoscan Professional*

BAB 4
PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kualitas Produk

Pengujian dilakukan menggunakan metode eksperimen. Eksperimen diprioritaskan pada pengambilan gambar berpedoman pada tinggi wahana saat terbang. Eksperimen dilakukan dengan terbang sebanyak 3 kali pada ketinggian berbeda dengan rute terbang yang sama. Keterangan eksperimen saat terbang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Eksperimen	**Ketinggian (m)**	**Lama Terbang (menit)**	**Luas Area (m^2)**	**Waktu (WIB)**
1.	100	15	500	12:00
2.	125	15	500	12:30
3.	150	15	500	13:00

Tabel 4.1 Keterangan pengujian terbang

4.2 Hasil Pengujian Kualitas Produk

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil citra udara dengan ketinggian yang berbeda dengan hasil sebagai berikut;

Ketinggian 100m

Ketinggian 125m

Ketinggian 150m

Gambar 4.1 Komparasi ketinggian gambar

4.3 Analisis Kemanfaatan Produk

Berdasarkan hasil pengujian dan pemrosesan data, didapatkan perbandingan seperti pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Komparasi hasil citra udara UAV dan satelit

Dari Gambar 4.2 terdapat perbedaan dari citra udara menggunakan UAV dengan citra udara menggunakan satelit. Citra udara dari UAV mampu memberikan hasil citra udara terbaru dengan bukti telah terdapat pembangunan rumah yang baru dan perubahan warna cat pada atap rumah yang sangat jelas. Hasil citra udara menggunakan UAV mampu memberikan kejernihan gambar yang lebih baik dibandingkan menggunakan satelit. Hal ini dapat dilihat dari kejernihan warna dari jalanan aspal dengan rumah dan bagian persawahan yang sangat jelas dibandingkan dengan hasil citra dari satelit. Dengan hasil gambar di atas sangat memungkinkan UAV digunakan sebagai media pembuatan peta dengan skala 1:1000 yang lebih detail daripada hasil citra udara satelit. Dengan adanya 2 kelebihan ini diharapkan mampu meningkatkan kinerja dari BAPPEDA tanpa perlu lagi bergantung dengan data dari LAPAN dalam pengambilan kebijakan yang lebih baik.

4.4 Aspek Kebermanfaatan

Ditinjau dari aspek ekonomi, pembuatan peta dengan hasil 1:1000 sangat mungkin dilakukan untuk Pemerintahan Kota Batu terlebih lagi untuk setiap pemerintahan daerah. Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan, didapatkan data perbandingan kelebihan citra udara memanfaatkan UAV dibandingkan dengan satelit yang tertera pada Tabel 4.3.

No.	Parameter	UAV	Satelit
1	Waktu pembuatan peta	Sewaktu-waktu	Bergantung pada LAPAN
2	Skala citra udara	Kecil	Sedang
3	Luas area pencitraan	Sesuai kebutuhan	Global
4	Kondisi citra udara	Terbaru	Bergantung pada LAPAN
5	Biaya	Murah	Mahal

Tabel 4.2 Tabel perbandingan perencanaan pembuatan peta

4.5 Analisa Kompetitor

Rincian biaya produksi satu produk UAV adalah sebagai berikut, pada Tabel 4.3.

No.	Bahan	Satuan	Biaya
1.	Mekanik	1 Set	Rp 250.000
2.	Perangkat Keras	1 Set	Rp 1.250.000
3.	Biaya Pembuatan	-	Rp 2000.000
Total Biaya			Rp 1.700.000

Tabel 4.3 Biaya produksi UAV

Dengan biaya produksi yang murah, UAV ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan UAV *Skywalker 1880MM* yang harganya mencapai 10 juta rupiah. Berikut tabel perbandingan antara UAV ini dengan UAV *Skywalker 1880MM.*

No.	Parameter	UAV	UAV *Skywalker 1880MM*
1.	Harga	Murah	Mahal
2.	Pemanfaatan Bahan Daur Ulang	Ya	Tidak
3.	*Service* dan *Maintenance*	Mudah	Susah
4.	Ketahanan *Body* wahana	Tinggi	Tinggi

Gambar 4.4 Perbandingan kompetitor

Dari Tabel 4.4, menunjukkan bahwa UAV ini lebih memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan UAV *Skywalker 1880MM.*

BAB 5
PENUTUP

Berdasarkan hasil pengembangan serta pengujian UAV dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan UAV sebagai peningkat kualitas citra udara telah diimplementasikan untuk data BAPPEDA Kota Batu.
2. Hasil citra udara oleh UAV terbukti lebih jernih dan detail dibandingkan hasil citra udara oleh satelit.
3. Fitur-fitur UAV yang mudah digunakan sebagai metode pengambilan data terbaru kondisi wilayah kota akan mampu meningkatkan kinerja BAPPEDA Kota Batu dalam perencanaan pembangunan.
4. Harga produksi UAV yang sangat murah dibandingkan kompetitor di pasaran menjadi aspek positif apabila diproduksi secara massal.
5. Kebermanfaatan dalam menjalankan *Sustainable Development Goals* No. 11 tentang Kota dan Komunitas Berkelanjutan.

Rekomendasi:

1. Kemanfaatan yang besar dalam peningkatan kinerja Bapeda, diharapkan UAV ini dapat diproduksi secara massal, sehingga pemerintah-pemerintah daerah lain juga dapat mendapatkan kemanfaatan dari penerapan alat ini.
2. Peran serta pemerintah dalam pemanfaatan teknologi tepat guna sangat penting bagi pembangunan kota dan kesejahteraan masyarakat, diharapkan dapat membantu upaya penerapan UAV sehingga dapat memberikan kemanfaatan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ‘Geografi dan Iklim’ 2018, *Statistik Daerah Kota Batu 2018*, Katalog: 1101002.3579, hh. 1.

[2] Leyninna, B. F. 2017, *Efektivitas Perencanaan Daerah di Kota Batu*, Sarjana Thesis, Universitas Brawijaya.

[3] https://id.wikipedia.org/wiki/Badan_Perencanaan_Pembangunan_Daerah (diakses pada 7 April 2019)

[4] Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2013

[5] EisenbeiB, H., Zurich, R. T. H., EisenbeiB, H., & Zurich, E. T. H. 2009, *UAV Photogrammetry*. Institute of Photogramemtry and Remote Sensing.

[6] Incekara, A. H., a Seker, D. Z., a Celik, M. F., a Bozkurtoglu, Eb. 2016, *Accuracy Assesment of GCP Used For Point Clouds Production in Terrestrial Photogrametric Application.* International Scientific Conference on Applied Sciences.

[7] Ayyubi, A. S. A., Cahyono, A. B. & Hidayat, H. 2017, *Pemetaan Foto Udara Menggunakan Wahana Fix Wing UAV*. Jurnal Teknik ITS Vol. 6, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

[8] Yoo, C. I., Oh, Y. S., & Choi, Y. J. 2018, *Coastal Mapping of Jinu-Do with UAV for Busan Smart City, Korea.* The International Arhives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. XLII-4

[9] https://imammaolana.wordpress.com/2011/02/14/teknik-mesin-sistem-mekanis-mekanika-mesin-mekanik/ (diakses pada 5 April 2019)

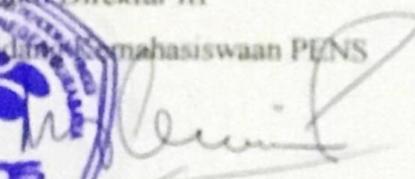
[10] Saroinsong, H. S., Poekoel, V.C., Pinrolinvic, D. K. M. 2018, *Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot.* Jurnal Teknik Elektro dan Komputer vol. 7 no. 1. Universitas Sam Ratulangi Manado.

LAMPIRAN

FORMULIR PENDAFTARAN PESERTA
PILMAPRES TINGKAT NASIONAL
2019

1. Judul Karya Ilmiah	Rancang Bangun UAV untuk Meningkatkan Kualitas Citra Udara pada Perencanaan Pembangunan Kota Batu
2. Nama Lengkap	Hardefa Rizky Putu Rogonondo
3. NRP	3110161019
4. Jenis Kelamin	Laki-laki
5. Tempat/Tanggal Lahir	Malang/29 Agustus 1998
6. Alamat Lengkap	Jl. Pisang Candi Barat No. 62 B, Kel. Pisang Candi, Kec. Sukun, Kota Malang, Jawa Timur 65146
7. Telepon	085334928253
8. E-mail	hardefarizukypr@gmail.com
9. URL Blog	fajarshellando.blogspot.com
10. Jenjang	Diploma
11. Program Studi	Teknik Mekatronika
12. Departemen	Departemen Teknik Mekanika dan Energi
13. Perguruan Tinggi	Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
14. Semester	6
15. IPK	3.73

Surabaya, 1 April 2019

Wakil Direktur III
Bidang Kemahasiswaan PENS

Ir. Anang Budikarso, M.T.
NIP. 196305081988031003

Calon Peserta,

Hardefa Rizky Putu Rogonondo
NRP. 3110161019